空间嗅觉设计研究进展及在图书馆应用的思考

于莹莹[1]，苏文成[1,2*]，吴君如[1]

（1. 江苏大学科技信息研究所，镇江 212013；2. 江苏大学 图书馆，镇江 212013）

摘 要：[目的 / 意义]嗅觉能唤起人的情感和认知，空间嗅觉设计作为空间设计的重要部分，影响着用户的行为绩效。通过对国内外空间嗅觉设计相关文献的分析和解读，归纳空间嗅觉设计的效用，总结嗅觉体验的设计影响机理，为空间嗅觉设计在图书馆类公共文化服务机构的应用提供理论依据。[方法 / 过程]采用文献调研和内容分析法，对空间嗅觉引起的情绪、记忆和行为变化进行重点解析，梳理国内外对空间嗅觉作用的研究，总结国内外空间嗅觉设计的研究进展和应用趋势。[结果 / 结论]国外对空间嗅觉设计已经在的研究场景集中在学习情景、商业购物情景等特殊情境下的嗅觉体验。相比之下，国内的空间嗅觉设计研究尚停留在理论探讨阶段，实证研究尚待探索。未来图书馆要基于用户嗅觉体验视角创设未来学习中心需要更加关注气味与图书馆的一致性、气味对图书馆用户在馆行为的影响。

关键词：空间嗅觉；嗅觉体验；嗅觉设计；图书馆空间

中图分类号：G258.6　　**文献标识码：**A　　**文章编号：**1002-1248（2022）12-0045-10

引用本文：于莹莹，苏文成，吴君如. 空间嗅觉设计研究进展及在图书馆应用的思考[J]. 农业图书情报学报，2022，34（12）：45-54.

1 引 言

嗅觉系统是大多数生物感知周围环境的最古老的感觉器官[1]。然而，在人类进化过程中，视觉感知占据主导地位，大众普遍认为视觉是人与环境互动最重要的和最主要的媒介[2]，视觉刺激足够敏锐，但达不到深层次的情感体验。现代图书馆建筑的发展要实现空间环境与用户身体的深层感知，满足用户情感需求，作为与情绪紧密关联的嗅觉感知给我们提供了新的解决思路。

存在于空间环境中，影响空间评价的气味被称为空间气味。麦克卢汉认为人的感觉可以产生空间[3]，本研究认为嗅觉空间是在某一室内物理环境内活动的用户，借由人体嗅觉神经系统和鼻三叉神经系统可感知到的气味集合而形成的一种实体空间形态。它由建筑物理维度空间、室内化学气味、差异性的嗅觉感知系统及由此生成的嗅觉意义构成，身处同一嗅觉空间的

收稿日期：2022-11-01

基金项目：国家社科基金青年项目“具身认知视阈下图书馆空间重塑机理与路径研究”（22CTQ015）；江苏省普通高校研究生科研创新计划项目“高校图书馆嗅觉空间中用户体验影响机理研究”（KYCX22_35990）

作者简介：于莹莹（1995-），女，硕士研究生，研究方向为用户行为与环境心理学。吴君如（2000-），女，硕士研究生，研究方向为用户行为与环境心理学

*通信作者：苏文成（1990-），男，博士，副研究馆员，研究方向为用户行为与环境心理学。Email：Bao5ye@ujs.edu.cn

不同用户所能感知到嗅觉空间体验各有差异。空间气味同物理环境中的视觉、听觉等其他感官要素协同作用于空间用户，对其情绪、感知、行为习惯乃至活动绩效产生影响，对这一过程的控制即为空间嗅觉设计。

近些年，国内外已有很多学者对空间嗅觉的影响机制和设计实现路径进行了系统研究，认为嗅觉设计为改善空间用户体验，提高用户忠诚度的有效举措。此外，吴梦菲对空间嗅觉设计的价值进行了理论探讨[4]，遵循人本图书馆的发展思想，充分发挥图书馆空间环境、室内化学气味刺激、用户嗅觉感知系统，以及用户行为认知的联动原理，指导图书馆空间嗅觉的实践，进而提升用户在馆活动满意度。基于学界对空间嗅觉设计的关注以及图书馆空间服务创新的价值，有必要对近些年关于室内环境下空间嗅觉设计的研究进展进行分析，梳理空间嗅觉设计的相关文献，探究空间嗅觉设计对用户情绪、行为的影响，为空间嗅觉设计的理论深化和实践应用提供建议和参考。

2 研究方法

本研究选取主题为“空间嗅觉”的期刊论文作为研究对象，以中国知网（CNKI）作为中文文献数据来源，以 Web of Science 核心合集作为外文文献数据来源。本研究构建以下检索式收集文献数据，中文检索式为主题 =(嗅觉 + 气味)*(空间 + 环境 + 体验 + 设计)，文献类型为 CSSCI、中文核心期刊要目总刊、CSCD 期刊。外文检索式为 TS=("ambient odor* " or "ambient scent*" or "ambient smell*" or "space smell* " or "olfact* design" or "olfact* experience")，文献类型为 Article。时间跨度为 2000-01-01—2021-12-31，检索时间为 2022 年 10 月 1 日，排除综述类和会议类文献，过滤与本文综述主题不相关的文献内容，如偏向恶臭污染、嗅觉信息化、电子鼻等领域的文献，最终确定国内文献 109 篇，国外文献 357 篇，共 466 篇目标文献。

其次，对文献进行内容分析。基于公共空间嗅觉体验的已有应用对未来图书馆空间嗅觉设计的参考价值，以及图书馆用户的在馆活动需求，笔者对国内外关于空间嗅觉设计的应用研究和空间嗅觉设计对用户的情绪、记忆、行为活动绩效影响机制研究进展进行分析总结。

3 研究发现

3.1 嗅觉与空间嗅觉设计

人类的嗅觉系统，是由嗅觉感受器、嗅球、嗅束，以及嗅觉皮质区构成，它们分别是大脑的外延和组成部分[4]。嗅觉系统组成的显著特点是其所属的神经直接进入大脑，不需经过传导而到达中枢神经再传至大脑。

嗅觉作为人类古老的知觉[6]，随着历史演化，性能虽有所下降，我们依然能分辨近一亿种气味[7]，很难相信周围环境的气味对人类的行为活动没有影响。临床研究表明，无嗅症，即失去嗅觉，会导致人抑郁；同样，抑郁症也会导致失去嗅觉[8]。嗅觉感官体验与人类大脑活动、情绪和学习能力的关联应该得到充分挖掘与利用。随着嗅觉感知相关研究的不断深入，基于气味效应研究成果的应用逐渐服务于社会，这些应用广泛应用于商业领域。

购物空间对空间嗅觉设计有较高要求。大型商场人流量大，为了保证客户的购物体验感，会选用香氛设备营造轻松愉快的购物氛围，提高客户的消费积极性。CHEBAT 通过测试购物中心环境的气味影响，发现情绪认知模型很好地解释了环境气味的影响[9]。如今，购物中心普遍采用香味营销的方式提升用户的购物体验。

餐厅的食物气味引导饮食决策。人类似乎能够从嗅觉食物线索中提取影响信息，引发特定的食欲和指导食物选择[10,11]。餐厅的气味会影响食客对食物的感知，尤其对食物摄入量和唾液分泌有显著影响，进而诱导用户选择一致性的食物[12]、诱导能量密度一致食物的食欲[13]。餐厅中散发的食物气味似乎会驱使饮食行为中的行为和生理反应，特别是对高能量密度的气味和食物，这可能会对控制食物摄入并影响人们的营养状况产生影响[14]。因此，考虑到热量消耗与世界范

围内普遍肥胖之间的关系，空间气味对健康和幸福有着重要意义。

气味与空间环境的一致性能提高对整体环境的评价。当商场室内环境气味与品牌形象的一致，会使得对商店氛围的感知有积极影响作用[15]。MICHON 调查了不同零售密度水平下，空间气味对购物者的情绪、零售环境感知和产品质量感知的调节作用。研究发现，空间气味和购物中心感知之间的关系呈倒 U 型，只有中等零售密度条件下，空间气味才能积极影响购物者的感知[16]。嗅觉能力随着年龄、性别和发育阶段等因素而发生变化[16]。所以，只有与空间环境相一致的、积极的空间嗅觉设计才能对人的生理和心理产生放松或唤醒的引导作用，符合人群身心的健康。建筑空间的气味氛围已经被证明对我们的情绪和健康产生了深远影响，只有考虑多感官体验的一致性，同时强调空间气味对我们健康的影响时，才能降低感官负荷的潜在危险[18]。

因此，未来图书馆嗅觉空间要建立在图书馆环境与气味属性相一致的基础上，实现图书馆空间环境与用户感官体验、情感需求、行为活动的融合，既是提高用户活动绩效的有效措施，也是实现身心体验的优化机制。

3.2 空间气味对情绪感知的影响机理研究

嗅觉感官一旦接受到来自外界环境和气味刺激，人类的身体就会得到来自嗅觉系统的感觉反馈。气味能够传递情绪信息，影响情绪认知[19,20]。在解剖学上，负责处理情绪信息的情绪脑区与负责加工嗅觉信息的嗅觉大脑有很大重叠，可以同时处理其他感官传递的情绪性信号，为嗅觉和情绪的相互作用提供基础[21,22]。

气味散发在空间中，被嗅觉系统感知，即使没有被主观意识到，也能够刺激情绪感知。不愉快的气味会降低人类的冷静、警觉和情绪状态[23]；芳香气味能够使人镇静、止痛或者兴奋[24]。不同的气味对人在情绪和生理的反应不同[25]。放松的薰衣草、橙花气味会降低心率和皮肤电导，而刺激气味，如煤气会带来紧张、焦虑等消极反应[26]。

愉悦的空间气味能缓解焦虑情绪。牙科诊所中散发橙子香味和薰衣草香味环境能够缓解患者的焦虑，尤其是对女性患者，让其心态变得平和积极[27,28]。薰衣草具有抗焦虑、情绪稳定、镇静、止痛、抗惊厥和神经保护的特性，能够诱导放松[29]，因而常用于芳香疗法。此外，GEDNEY 发现芳香气味可能不会引起直接的止痛效果，但可能会改变对体验的情感评估[30]。

气味具有传递情绪状态，影响社会关系的能力。HAVILAND-JONES 发现，与空气、香水相比，玫瑰和栀子花的花香更能提高愉悦度，鼓励积极情绪和社交表达[31]。CASTELLANOS 探究了低浓度的香味环境对参与者在回忆梦境和童年记忆时使用积极情绪词汇的可能性。研究发现空间气味降低了男性在叙述中使用负面情感词汇的百分比，因此环境气味影响情绪内容的表达[32]。ONUMA 通过实验观察，发现香味对面部情绪感知的调节与右额叶脑的活动存在正相关，嗅觉线索以一种情绪效应无法解释的方式调节面孔感知[33]。愉悦的气味能够激发人们产生亲社会行为，帮助有需要的陌生人。香味对情绪和社交能力、社会关系都有显著的好处。更好地理解嗅觉信息是如何被处理和利用于健康乃至重要的功能，可以用来减少潜在的负面影响[10]。

情绪状态对阅读、学习体验都有不可忽视的影响，在图书馆的阅览室、自修室等室内空间通过控制气味实现情绪唤醒，可能会改善在馆行为的情感评估。

此外，户外环境中令人愉悦的天然气味可以改善人类的积极情绪状态[34]。不同年龄在气味愉悦度方面存在差异，但是在强度方面没有差异，自然气味情感状态的有益影响不受年龄限制。因此，气味环境不仅在室内环境中，而且在自然户外环境中，也会显著影响人类的情感和认知状态。

3.3 空间气味的记忆功能研究

相对于视觉、听觉的短暂敏锐感知，嗅觉感知是持续的、有记忆的。卢梭认为嗅觉是记忆与欲望的感官。心理实验也发现，来自嗅觉神经的信息没有被丘脑过滤，因而更容易形成记忆[35]，嗅觉是与记忆联系

最紧密的感觉。

空间环境包含的气味信息，通过加深对空间及其相关细节的记忆，成为与此空间事件相关记忆的重要组成。AMORES 研究发现，当我们对某种气味不甚了解时，会将周围环境气味和事物的某些细节联系到一起，不仅下一次嗅闻到这种气味很容易激起大脑中关于该事物的记忆，还会增强对该事物相关其他细节内容的记忆[36]。当我们回想起愉快的气味，不仅情绪会更积极，也更容易记住快乐的事情。在情感激烈的事件中体会到的气味同样会成为该事件记忆的一部分，再次遇到相同的气味，即会唤起当初的突出情绪和态度，并且影响当下行为。HERZ 实验探究参与者在一个陌生的环境气味中经历了沮丧情绪诱导，随后在一个散发着相同气味、不同气味或无气味的房间中进行拼图测试表现，发现消极气味的记忆作用使得测试时间更少。因此，气味很容易与情绪联系起来，从而影响行为[37]。当在某种环境中觉得焦虑，焦虑情绪会与当时的气味联结。将来必须避免闻到这种气味，否则将再度陷入那种恐惧。

在学习环境中，扩散曾经在愉快的学习时光嗅闻的气味，对学习内容产生记忆增益，达到提高记忆的效果[38]。与情绪体验相关的气味可以改变行为表现，因此，气味熏陶可以应用于现实环境，比如学校、医疗机构或者图书馆，唤醒用户的积极行为。

3.4 空间气味对行为认知的改善功能研究

嗅觉感知起着辅助识别、危险预警、增进食欲、影响工作表现和睡眠质量等重要作用[5,39]。空间气味的属性对不同活动的影响存在差异，对行为认知的功能也不同。

空间气味影响记忆力能力。气味作为情景记忆的线索[40]，对记忆信息内容的编码在颞叶、顶叶和额叶皮质中显示出更强的激活反应，特别是在构成次级嗅觉皮质主要部位的眶额皮质区域内[41]。薄荷气味环境条件下，对长期记忆的单词听写测试明显高于无气味的环境[42]。空间气味影响注意力。空间气味通过改善专注度，提高个人的反应能力。如愉快的柠檬气味环境能显著缩短人们对情感词的反应时间[43]，提高疲劳状态下工作人员的警觉性和记忆力有着积极影响[44]。GERARD 研究发现，空间气味刺激条件下，对时间感知的准确性更高[45]。刺激气味（吡啶）环境会对工作表现产生负面影响，难闻的气味对专注于认知任务的能力有影响[46]。

空间气味影响唤醒水平。空间环境气味促进视觉、听觉、触觉刺激的表现。嗅觉启动会增加对一致性对象的注意[47]，并且与气味相关的视觉线索被探索得更快[48]、时间更短[49]。薄荷气味环境改善了参与者对触觉刺激困难任务的辨别反应表现[50]。此外，空间气味的性质影响视觉注意的唤醒过程[51]，气味可以通过吸引注意力到可能的气味源并促进其识别来影响视觉加工[47,52]。

空间气味影响行为表现。空间气味影响声学特征，薰衣草的气味环境相较于吡啶的气味环境会提高朗读的声调[53]。相较于无气味的学习环境，在有空间气味控制的学习环境，学生的学习成绩会得到明显改善[54]。因此，气味可以用来对人类行为施加积极的影响。此外，香味能够影响短期任务的表现，令人放松和愉快的薰衣草香味对运动表现任务产生了积极的影响，薄荷的刺激和令人愉快的香味显著提高了参与者的主观活力[55]，因此，薰衣草和薄荷气味在提高表现和活力。此外，男性在机油气味条件下的空间跨度得分低于控制条件下的分数，女性在柠檬气味条件下的分数明显优于机油气味条件下的得分[56]。空间气味可能促进或者损害特定类型的工作记忆，具体表现取决于任务、被试的性别和气味的情感特征[57]。

不同气味的改善方式有所不同。薰衣草精油能改善记忆能力[58]，迷迭香影响学习记忆[59]；薄荷醇类气味对学习影响体现在海马区酰胆碱酯酶及谷氨酸受体表达上[60]。气味的药理特性，使得有意的气味传递能正向或负向改变认知变化。室内空间环境的气味设计应该需要更多的考虑气味属性对行为的作用效果[61]。这些影响可以通过气味散发后的情绪变化、认知效果的预期以及气味与环境的关联来作用。虽然不同的气味对大脑学习能力和作用机制及表达位置不同，但都对巩固记忆、提升学习能力助益，能助益提升图书馆用

户在馆学习效率，巩固图书馆“创客中心”的社会价值。

4 空间嗅觉设计研究对图书馆的启示

4.1 空间嗅觉设计与图书馆环境的一致性

空间服务作为现代图书馆吸引用户的重要要素，包括读者群体的沉浸式阅读空间、学生用户的学习创客中心，以及大众文化娱乐休闲场所。实验探索融合商业场所气味营销的实践经验，探索图书馆室内空间气味释放机制与馆舍环境一致性的原理，促使气味设计方案的精准优化，加快图书馆空间气味应用的步伐。其次，调研图书馆用户群体、图书馆馆员群体对图书馆空间嗅觉设计的认知、认可和期望，探索用户对图书馆嗅觉空间的认知要素，从而提出构建图书馆嗅觉空间的合理假设，探究多种关键因素，如气味种类、气味浓度、释放机制、气味与空间匹配关联等对空间嗅觉设计的影响，促进实现空间嗅觉设计与图书馆环境的一致性。

4.2 面向用户需求的空间嗅觉设计

图书馆从“以资源为中心”转变到“以人为本”发展理念，当代图书馆用户对感官体验、情感需求的追求，使得图书馆越来越重视用户的情绪和行为体验。现代图书馆从提高用户在馆活动的情绪感受、行为活动绩效出发，建设满足用户感官体验的人本图书馆为实体图书馆提升用户忠诚度。因此，从空间环境与用户在馆情绪需求相融合的视角，分析用户对图书馆室内环境气味设计方案的心理感知状况，挖掘用户对空间嗅觉的情绪感受，探索空间嗅觉设计方案对用户的主观情绪感受的影响机制。从空间环境与用户在馆行为活动需求相融合的视角，挖掘图书馆空间嗅觉设计方案对学习绩效、阅读体验、娱乐放松等在馆活动行为的影响差异。提升用户在馆体验的沉浸感、整体满意度的图书馆空间设计是值得探究的话题。此外，关注用户群体的嗅觉偏好和嗅觉敏感度是实现人本图书馆发展的前提，需要更多研究探索和实践逐步完善的。

4.3 高校图书馆作为图书馆空间嗅觉设计的试点

2021 年 12 月发布的《大学图书馆现代化指南针报告》明确指出“空间建设”作为大学图书馆现代化五年内亟待突破的实际问题，事关大学图书馆高质量发展，必须重新考虑馆舍空间的功能定位[62]。高校图书馆是支持高等教育发展不可或缺的部分，所提供的绝不仅是一个安静的物理学习场所，而是可以改变学习体验、赋予思维能力、激发洞察力的学习中心[63]。现代社会的进步与发展促使图书馆用户的学习方式发生结构性改变，泛在学习、场景融合、具身认知将成为新的需求[64]。高校图书馆作为学生在校期间的主要学习场所[65]，必须从高等教育与教学模式、用户学习习惯与需求、新型技术的发展趋势出发，重新审视实体图书馆的空间价值以及思考如何赋能图书馆学习场景，承载新的学习方式需要。图书馆空间嗅觉设计创新了高校图书馆空间服务方式，满足用户的嗅觉感官需求，提升高校图书馆用户的在馆体验满意度。

5 结　语

本文总结了空间嗅觉设计的应用实践与设计理论，旨在为图书馆嗅觉空间构建提供参考。基于用户需求的不断升级，空间嗅觉设计研究越来越受关注，空间嗅觉设计的应用对用户的情绪感受、行为活动、任务绩效的影响得到了验证。相较于声音的听觉刺激唤醒人的大脑，气味的嗅觉刺激更加柔和，气味设计的群体认同程度更高。空间气味设计和服务功能相结合适用于视觉效果不明显、无需快速反应，且危险性不高的场景中[25]。因此，图书馆建筑空间设计者应该支持思考服务场景变量，明智地管理这些因素，以提高用户的到馆意愿、培养用户忠诚度[66]。

从空间嗅觉设计研究和应用现状来看，研究场景关注学习情景、商业情景等特殊情境下的嗅觉体验研究成果较多，其他有空间体验需求的场所，如图书馆的嗅觉设计亟需关注。研究对象主要集中在学生群体、

大众消费群体等，未来需要突出图书馆用户群体的特殊性，实现用户群体嗅觉差异与图书馆空间气味设计的一致性。商业环境的气味营销、学习情境的气味唤醒为图书馆的空间气味设计提供了深厚的理论基础，未来空间嗅觉设计研究需要聚焦于特定图书馆类型的真实空间环境，关注用户需求差异，构建环境、用户身体、行为相融合的图书馆嗅觉空间。从嗅觉体验视角探究图书馆的实体空间环境设计发展方向，无论是对于保持用户黏性，还是提高服务效能，完善现代图书馆智能服务体系都具有重要意义。

参考文献：

[1] BOCHICCHIO V, MALDONATO N M, VITELLI R, et al. "Emotional nose": The hedonic character of olfaction and its epistemological and clinical implications[J]. 2019 10th IEEE international conference on cognitive infocommunications (coginfocom 2019), 2019: 143-146.

[2] 殷敏, 杨仲元, 李光州, 等. 试论城市公共空间的嗅觉设计[J]. 城市规划, 2016, 40(3): 58-62.

YIN M, YANG Z Y, LI G Z, et al. Experimental olfactory design of urban public space[J]. Urban planning, 2016, 40(3): 58-62.

[3] 高慧芳. 论麦克卢汉的声觉空 间与视觉空间—对麦克卢汉媒介思想的一种新理解[J]. 国际新闻界, 2016, 38(4): 79-93.

GAO H F. On McLuhan's acoustic space and visual space: A new understanding of McLuhan's media thought[J]. International journalism, 2016, 38(4): 79-93.

[4] 吴梦菲, 陈铭. 关于图书馆空间嗅觉设计的探讨[J]. 大学图书馆学报, 2022, 40(2): 44-51.

WU M F, CHEN M. Exploration on the olfactory design of library space[J]. Journal of university libraries, 2022, 40(2): 44-51.

[5] 倪道凤. 嗅觉基础与临床[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2010.

NI D F. Basic and clinical olfaction[M]. Beijing: People's health publishing house, 2010.

[6] 高天昀, 叶学松, 刘军. 嗅感觉细胞及其应用于嗅觉传感器的研究进展[J]. 生物医学工程学杂志, 2011, 28(2): 392-395.

GAO T Y, YE X S, LIU J. Research progress on olfactory sensory cells and their application to olfactory sensors[J]. Journal of biomedical engineering, 2011, 28(2): 392-395.

[7] BUSHDID C, MAGNASCO M O, VOSSHALL L B, et al. Humans can discriminate more than 1 trillion olfactory stimuli[J]. Science, 2014, 343(6177): 1370-1372.

[8] ZOU Y, MORRISON A. Sharpening anticipatory design senses for sustainable "scentory" futures[J]. Futures, 2022, 135: 102856.

[9] CHEBAT J, MICHON R. Impact of ambient odors on mall shoppers' emotions, cognition, and spending[J]. Journal of business research, 2003, 56(7): 529-539.

[10] BOESVELDT S, PARMA V. The importance of the olfactory system in human well-being, through nutrition and social behavior[J]. Cell and tissue research, 2021, 383(1): 559-567.

[11] M ORQUECHO-CAMPOS P, DE GRAAF K, BOESVELDT S. Smelling our appetite? The influence of food odors on congruent appetite, food preferences and intake[J]. Food quality and preference, 2020, 85: 103959.

[12] M ORQUECHO-CAMPOS P, HELLMICH I M, ZWART E, et al. Does odour priming influence snack choice? -An eye-tracking study to understand food choice processes[J]. Appetite, 2022, 168: 105772.

[13] PROSERPIO C, INVITTI C, BOESVELDT S, et al. Ambient odor exposure affects food intake and sensory specific appetite in obese women[J]. Frontiers in psychology, 2019, 10: 74-81.

[14] PROSERPIO C, DE GRAAF C, LAUREATI M, et al. Impact of ambient odors on food intake, saliva production and appetite ratings[J]. Physiology & behavior, 2017, 174: 35-41.

[15] ERRAJAA K, DAUCÉ B, LEGOHéREL P. Consumer reactions to olfactory congruence with brand image[J]. Journal of retailing and consumer services, 2020, 52: 101898.

[16] MICHON R, CHEBAT J, TURLEY L W. Mall atmospherics: The interaction effects of the mall environment on shopping behavior[J]. Journal of business research, 2005, 58(5): 576-583.

[17] MCGANN J P. Poor human olfaction is a 19th-century myth[J]. Science, 2017, 356(6338): 214-223.

[18] SPENCE C. Using ambient scent to enhance well-being in the multisensory built environment[J]. Frontiers in psychology, 2020, 11: 22-31.

[19] ZHOU W, CHEN D. Fear-Related chemosignals modulate recogni-

tion of fear in ambiguous facial expressions[J]. Psychological science, 2009, 20(2): 177-183.

[20] W Z, D C. Sociochemosensory and emotional functions: Behavioral evidence for shared mechanisms[J]. Psychological science, 2010, 20 (9): 1118-1124.

[21] SOUDRY Y, LEMOGNE C, MALINVAUD D, et al. Olfactory system and emotion: Common substrates[J]. European annals of otorhinolaryngology, head and neck diseases, 2011, 128(1): 18-23.

[22] 黄雪琨, 周文豪, 杨钦泰. 嗅觉和情绪[J]. 中国中西医结合耳鼻咽喉科杂志, 2020, 28(4) :315-319.

HUANG X K, ZHOU W H, YANG Q T. Olfaction and emotion[J]. Chinese journal of integrated chinese and western medicine and otolaryngology, 2020, 28(4): 315-319.

[23] WEBER S T, HEUBERGER E. The impact of natural odors on affective states in humans[J]. Chemical senses, 2008, 33(5): 441-447.

[24] 李佳, 苏彦捷. 环境心理学[M]. 长春: 吉林教育出版社, 2001.

LI J, SU Y J. Environmental psychology [M]. Changchun: Jilin education press, 2001.

[25] 毛宏萍, 康修机. 设计嗅觉的体验——论产品设计中的气味设计[J]. 装饰, 2007(12): 60-61.

MAO H P, KANG X J. Designing the experience of smell-On the design of smell in product design[J]. Decoration, 2007(12): 60-61.

[26] CAMPENNI C E, CRAWLEY E J, MEIER M E. Role of suggestion in odor-induced mood change[J]. Psychological reports, 2004, 94: 1127-1136.

[27] LEHRNER J, ECKERSBERGER C, WALLA P, et al. Ambient odor of orange in a dental office reduces anxiety and improves mood in female patients[J]. Physiology & behavior, 2000, 71(1): 83-86.

[28] LEHRNER J, MARWINSKI G, LEHR S, et al. Ambient odors of orange and lavender reduce anxiety and improve mood in a dental office[J]. Physiology & behavior, 2005, 86(1-2): 92-95.

[29] KOULIVAND P H, GHADIRI M K, GORJI A. Lavender and the nervous system[J]. Evidence-based complementary and alternative medicine, 2013, DOI: 10.1155/2013/681304.

[30] GEDNEY J J, GLOVER T L, FILLINGIM R B. Sensory and affective pain discrimination after inhalation of essential oils[J]. Psychosomatic medicine, 2004, 66(4): 599-606.

[31] HAVILAND-JONES J, HUDSON J A, WILSON P, et al. The emotional air in your space: Scrubbed, wild or cultivated?[J]. Emotion, space and society, 2013, 6: 91-99.

[32] CASTELLANOS K M, HUDSON J A, HAVILAND-JONES J, et al. Does exposure to ambient odors influence the emotional content of memories?[J]. American journal of psychology, 2010, 123 (3): 269-279.

[33] ONUMA T, SAKAI N. Fabric softener fragrances modulate the impression toward female faces and frontal brain activity[J]. Japanese psychological research, 2018, 60(4): 276-287.

[34] GLASS S T, HEUBERGER E. Effects of a pleasant natural odor on mood: No influence of age [J]. Natural product communications, 2016, 11(10SI): 1555-1559.

[35] HEDNER M, LARSSON M, ARNOLD N, et al. Cognitive factors in odor detection, odor discrimination, and odor identification tasks[J]. Journal of clinical and experimental neuropsychology, 2010, 32(10): 1062-1067.

[36] AMORES J, MAES P. Essence: Olfactory interfaces for unconscious influence of mood and cognitive performance[C]. Chi conference, ACM, 2017.

[37] HERZ R S, SCHANKLER C, BELAND S. Olfaction, emotion and associative learning: Effects on motivated behavior[J]. Motivation and emotion, 2004, 28(4): 363-383.

[38] 钟毅平, 高定国. 伴随学习的周围气味影响记忆成绩的实验研究[J]. 心理科学, 1992, 1: 5.

ZHONG Y P, GAO D G. An experimental study on the effect of ambient odors accompanying learning on memory performance[J]. Psychological science, 1992, 1: 5.

[39] 派特·瓦润, 安东·范岸姆洛, 汉斯·迪佛里斯. 嗅觉符码[M]. 汕头: 汕头大学出版社, 2003.

PIET V, ANTON F, HAN D. Verborgen verleider: Psychologie van dereuk[M]. Shantou: Shantou university press, 2003.

[40] 聂桂平. 气味与嗅觉在环境设计中的地位[J]. 香料香精化妆品, 2004(2): 40-43.

NIE G P. The place of smell and scent in environmental design[J]. Flavors and cosmetics, 2004(2): 40-43.

[41] GALLIOT E, COMTE A, MAGNIN E, et al. Effects of an ambient

odor on brain activations during episodic retrieval of objects[J]. Brain imaging and behavior, 2013, 7(2): 213–219.

[42] RODIONOVA E I, MINOR A V. Effect of ambient odor on cognitive functions in children[J]. Biology bulletin of the russian academy of sciences, 2017, 44(4): 425–429.

[43] LI D, WANG X. Can ambient odors influence the recognition of emotional words? A behavioral and event-related potentials study[J]. Cognitive neurodynamics, 2022, 16(3): 575–590.

[44] LWIN M O, MALIK S, NEO J R J. Effects of scent and scent emission methods: Implications on workers' alertness, vigilance, and memory under fatigue conditions[J]. Environment and behavior, 2021, 53(9): 987–1012.

[45] BRAND G, THIABAUD F, DRAY N. Influence of ambient odors on time perception in a retrospective paradigm[J]. Perceptual and motor skills, 2016, 122(3): 799–811.

[46] NORDIN S, ALDRIN L, CLAESON A, et al. Effects of negative affectivity and odor valence on chemosensory and symptom perception and perceived ability to focus on a cognitive task[J]. Perception, 2017, 46 (3–4): 431–446.

[47] SEO H, ROIDL E, MÜLLER F, et al. Odors enhance visual attention to congruent objects[J]. Appetite, 2010, 54(3): 544–549.

[48] MILLOT J, BRAND G, MORAND N. Effects of ambient odors on reaction time in humans[J]. Neuroscience letters, 2002, 322(2): 79–82.

[49] SEIGNEURIC A, DURAND K, JIANG T, et al. The nose tells it to the eyes: Crossmodal associations between olfaction and vision[J]. Perception, 2010, 39(11): 1541–1554.

[50] HO C, SPENCE C. Olfactory facilitation of dual-task performance[J]. Neuroscience letters, 2005, 389(1): 35–40.

[51] MICHAEL G A, JACQUOT L, MILLOT J, et al. Ambient odors influence the amplitude and time course of visual distraction[J]. Behavioral neuroscience, 2005, 119(3): 708–715.

[52] SEIGNEURIC A, DURAND K, JIANG T, et al. The nose tells it to the eyes: Crossmodal associations between olfaction and vision[J]. Perception, 2010, 39(11): 1541–1554.

[53] MILLOT J, BRAND G. Effects of pleasant and unpleasant ambient odors on human voice pitch[J]. Neuroscience letters, 2001, 297(1): 61–63.

[54] CHU S. Olfactory conditioning of positive performance in humans[J]. Chemical senses, 2008, 33(1): 65–71.

[55] CRUZ A B, LEE S E, PAGADUAN J C, et al. Effects of lavender (lavandula angustifolia mill) and peppermint (mentha cordifolia opiz.) aromas on subjective vitality, speed and agility[J]. Asia life sciences, 2012, 21(1): 31–37.

[56] MARTIN G N, CHAUDRY A. Working memory performance and exposure to pleasant and unpleasant ambient odor: Is spatial span special?[J]. International journal of neuroscience, 2014, 124(11): 806–811.

[57] MICHAEL G. Ambient odors modulate visual attentional capture[J]. Neuroscience letters, 2003, 352(3): 221–225..

[58] 操礼琼, 杨莹, 程文文, 等. 薰衣草精油对大鼠下丘脑及杏仁核 c-fos 表达的影响[J]. 中华中医药杂志, 2012, 27(9): 2432–2434.
CAO L Q, YANG Y, CHENG W W, et al. Effects of lavender essential oil on c-fos expression in the hypothalamus and amygdala of rats[J]. Chinese journal of traditional chinese medicine, 2012, 27(9): 2432–2434.

[59] 李光武, 窦云龙, 高晓平. 迷迭香吸嗅对血管性痴呆大鼠学习记忆及海马内 5 —羟色胺含量的影响[J]. 中国康复医学杂志, 2013, 28(7): 657–659.
LI G W, DOU Y L, GAO X P. Effects of rosemary inhalation on learning memory and hippocampal 5-hydroxytryptamine content in rats with vascular dementia[J]. Chinese journal of rehabilitation medicine, 2013, 28(7): 657–659.

[60] 刘莉茵, 方文恒, 陈君, 等. 薄荷醇吸嗅对大鼠学习记忆及海马区乙酰胆碱酯酶及谷氨酸受体 1 表达的影响[J]. 国际药学研究杂志, 2012, 39(3): 238–241.
LIU L Y, FANG W H, CHEN J, et al. Effects of menthol sniffing on learning memory and expression of acetylcholinesterase and glutamate receptor 1 in the hippocampus of rats[J]. International journal of pharmacological research, 2012, 39(3): 238–241.

[61] JOHNSON A J. Cognitive facilitation following intentional odor exposure[J]. Sensors, 2011, 11(5): 5469–5488.

[62] 陈建龙, 邵燕, 张慧丽, 等. 大学图书馆现代化指南针报告[J]. 大学图书馆学报, 2022, 40(1): 22–33.

CHEN J L, SHAO Y, ZHANG H L, et al. Compass report on modernization of university libraries[J]. Journal of university libraries, 2022, 40(1): 22–33.

[63] 徐瑾, 董笑菊, 李新碗. 大学图书馆未来学习中心建设的思考与实践[J]. 大学图书馆学报, 2022, 40(4): 12–18.
XU J, DONG X J, LI X B. Thinking and practice of future learning center construction in university libraries[J]. Journal of university libraries, 2022, 40(4): 12–18.

[64] 王宇, 孙鹏. 高校图书馆未来学习中心建设的逻辑起点、时代机遇与探索路径[J]. 大学图书馆学报, 2022, 40(4): 26–32.
WANG Y, SUN P. The logical starting point, opportunities and exploration path of future learning center construction in university libraries[J]. Journal of university libraries, 2022, 40(4): 26–32.

[65] 侯吉友. 以人为本宗旨下高校图书馆的空间再造[J]. 建筑结构, 2022, 52(18): 159.
HOU J Y. Spatial reengineering of university libraries under the tenet of people–oriented[J]. Architectural structures, 2022, 52(18): 159.

[66] HARRIS L C, EZEH C. Servicescape and loyalty intentions: an empirical investigation[J]. European journal of marketing, 2008, 42(3–4): 390–422.

Advances of Olfactory Design and Its Applications in Library Studies

YU Yingying[1], SU Wencheng[1,2*] , WU Junru[1]
(1. Institute of Science and Technology Information, Jiangsu University, Zhenjiang, 212013;
2. Jiangsu University Library, Zhenjiang 212013)

Abstract: [Purpose/Significance] The olfactory experience can influence human emotion and cognition. Space olfactory design enhances our overall activity experience and satisfaction with the whole space environment by awakening our positive emotional feelings and promoting the positive nature of behavioral activities. It provides reference and inspiration for the application of spatial olfactory design in public cultural service institutions such as libraries. Therefore, the utility of the olfactory experience for users can be applied to library architectural spaces, so as to increase the loyalty of library users. [Method/Process] This paper used literature research and content analysis method to collect, screen, organize and analyze the related literature on space olfactory design at home and abroad, to review the domestic and international research on the role of space olfactory, and to summarize the research progress and application trends of space olfactory design at home and abroad. The practical application of space olfactory design and the utility of space olfactory experience were analyzed, including the role of space odor design on emotional arousal, memory utility of space-related events and on other sensory behavioral efficiency enhancement, behavioral performance improvement and learning memory capacity improvement. [Results/Conclusions] The study found that international research scenarios on the design of space olfactory were focused mainly on the olfactory experience in special contexts such as learning scenarios and commercial shopping scenarios. In contrast, domestic research on space olfactory design is still at the stage of theoretical exploration, and the empirical research is yet to be explored. Scent marketing in commercial field provides theoretical and practical guidance for library space scent environment design. In addition, in order to create future learning centers based on the perspective of the user's olfactory experience, public libraries need to pay more attention to the consistency of scent with the library's reading space, learning center and cultural and leisure center and other space services, and the

mechanism of the influence of the space scent on the subjective emotional feelings of library users and their reading experience, learning behavior and recreational and leisure activities in the libraries. The olfactory sensitivity and olfactory preference of library user groups and librarian groups are the issues that must be considered to realize the olfactory design of library space and are the prerequisites for building a human-oriented library. In addition, based on the spatial activity needs of university libraries, our study can be used as a pilot for library space olfactory design.

Keywords: space olfactory; olfactory experience; olfactory design; library space